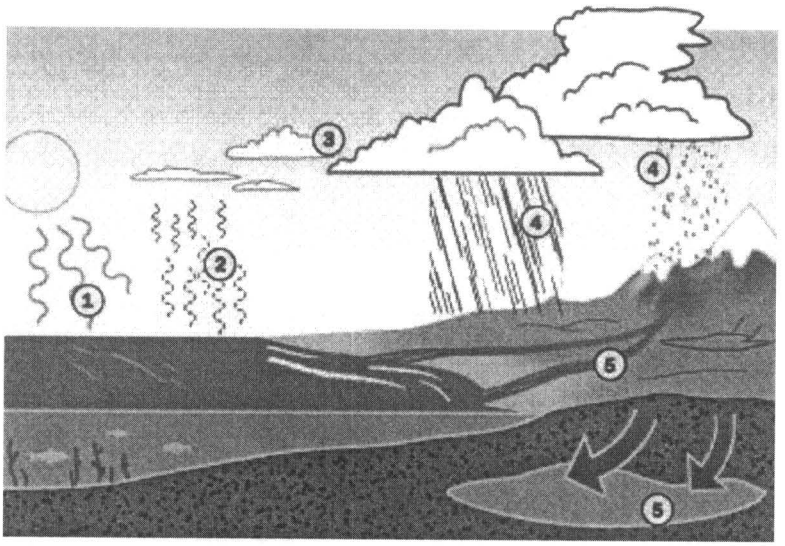
พลังน้ำ

ความหมาย

พลังน้ำ (Hydro Power) หมายถึง งานที่ได้จากการเคลื่อนที่ของน้ำซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนชนิดหนึ่ง ทั้งนี้พลังน้ำสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปของพลังงานได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานไฟฟ้าหรือพลังงานกล

ความเป็นมา

การเคลื่อนที่และการตกของน้ำเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรทางธรรมชาติ ทั้งนี้ดวงอาทิตย์ให้พลังงานความร้อนแก่น้ำในแหล่งต่าง ๆ เช่นน้ำในมหาสมุทรหรือแม่น้ำลำคลอง เมื่อน้ำได้รับความร้อนก็ระเหยกลายเป็นไอ เมื่อไอน้ำกระทบกับความเย็นในชั้นบรรยากาศเกิดการควบแน่นรวมกันเป็นก้อนเมฆ ความชื้นในก้อนเมฆเกิดการควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำตกลงมาเป็นฝนหรือหิมะกลับคืนสู่มหาสมุทรและแม่น้ำลำคลองดังเดิม กลายเป็นวัฏจักรเช่นนี้เรื่อยไป ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 วัฏจักรน้ำ

1. แสงอาทิตย์ให้ความร้อนกับน้ำในทะเล 2. น้ำระเหยกลายเป็นไอ 3. ไอน้ำในอากาศเย็นลงและควบแน่นเป็นก้อนเมฆ 4. เมฆรวมตัวและกลายเป็นฝนหรือหิมะตกลงสู่พื้น 5. ฝนบางส่วนถูกกักเก็บไว้ในแอ่งน้ำธรรมชาติและบางส่วนไหลลงสู่แม่น้ำและไหลกลับลงทะเล **ที่มา** http://www.eere.energy.gov

พลังน้ำเป็นพลังงานหมุนเวียนอย่างหนึ่ง เพราะว่าสามารถเกิดทดแทนขึ้นได้ เช่น การเกิดฝนหรือหิมะ ดังที่ได้กล่าวข้างต้น ตราบใดที่ฝนหรือหิมะยังคงตกอยู่พลังงานจากน้ำก็ยังคงมีให้เราใช้งานได้อยู่อย่างไม่มีที่สิ้นสุด ได้มีการนำพลังงานจากน้ำมาใช้ประโยชน์หลายศตวรรษมาแล้ว เช่น ในสมัยกรีกโบราณ มีการใช้กังหันน้ำเพื่อการบดข้าวสาลีในการทำแป้งสาลีมากว่า 2,000 ปีมาแล้ว ในช่วงคริสต์-ศตวรรษที่ 18 ชาวยุโรปและอเมริกาใช้กังหันน้ำในงานอุตสาหกรรม กังหันน้ำที่ใช้เป็นเครื่องจักรอย่างง่าย

โดยกังหันน้ำจะรับแรงจากน้ำโดยใช้กระเปาะรับน้ำซึ่งติดอยู่โดยรอบของกังหันน้ำ แรงที่ได้จากการไหลของน้ำจะทำให้กังหันเกิดการหมุน และเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ซึ่งทำให้เครื่องจักรสามารถเกิดการเคลื่อนที่และทำงานได้ เช่น เครื่องจักรสามารถบดเมล็ดพืชให้เป็นผงละเอียดได้ สามารถขับใบเลื่อยให้เลื่อยไม้ได้ หรือสามารถสูบน้ำมาใช้งานได้ มีการนำพลังน้ำมาใช้ทั้งต่างประเทศและในประเทศที่น่าสนใจดังนี้

1. การนำพลังน้ำมาใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าในต่างประเทศ ตัวอย่างเช่น ในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 ที่ประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการพัฒนาประโยชน์จากการเคลื่อนที่ของน้ำโดยได้นำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้า โรงไฟฟ้าพลังน้ำแห่งแรกของสหรัฐอเมริกาถูกสร้างขึ้นที่น้ำตกไนแองการาในช่วงปี 1940s ซึ่งสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 33 ของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในขณะนั้น หลังจากนั้น ได้มีการพัฒนาและสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ขึ้นในหลากหลายพื้นที่ ซึ่งในช่วงเวลานั้น ราคาพลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมีราคาไม่แพงมากนัก การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมีราคาถูกกว่าการผลิตด้วยพลังงานจากน้ำ ทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้ายังคงให้ความสำคัญกับการผลิตจากเชื้อเพลิงฟอสซิลมากกว่า จึงได้มีการพัฒนาระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำให้มีราคาถูกลง โดยการลดขนาดของโรงไฟฟ้าพลังงานให้เล็กลง การใช้พลังงานไฟฟ้าจากเขื่อนได้หันมาผลิตอย่างจริงจังขึ้นเมื่อเกิดวิกฤตการณ์ด้านพลังงานและประชาชนเริ่มให้ความสนใจในการนำพลังงานหมุนเวียนมาใช้มากขึ้น

2. การนำพลังน้ำมาใช้เพื่อการผลิตไฟฟ้าในประเทศไทย มีการสร้างเขื่อนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หลายแห่ง ดังเช่น

2.1 เขื่อนภูมิพล เป็นเขื่อนอเนกประสงค์แห่งแรกของประเทศไทย เดิมชื่อเขื่อนยันฮี เป็นเขื่อนคอนกรีตโค้งเพียงแห่งเดียวของประเทศไทย การก่อสร้างในระยะแรกประกอบด้วยงานก่อสร้างตัวเขื่อน ระบบส่งไฟฟ้า และอาคารโรงไฟฟ้า

2.2 เขื่อนอุบลรัตน์ เดิมชื่อ เขื่อนพองหนีบ สร้างปิดกั้นแม่น้ำพองที่อำเภออุบลรัตน์ จังหวัดขอนแก่น เป็นเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำแห่งแรก ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้สร้างขึ้นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเป็นแห่งที่สอง ของประเทศไทยต่อจากเขื่อนภูมิพล ตัวเขื่อนเป็นหินถมแกนดินเหนียว ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ขนาดกำลังผลิต 8,400 กิโลวัตต์ จำนวน 3 เครื่อง รวมกำลังผลิตทั้งสิ้น 25,200 กิโลวัตต์

2.3 เขื่อนน้ำพุง ตั้งอยู่เขตอำเภอกุดบาก จังหวัดสกลนคร ตัวเขื่อนเป็นแบบหินทิ้งแกนดินเหนียว โรงไฟฟ้าเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กมีเนื้อที่ 670 ตารางเมตร ติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้าชนิดแกนตั้ง ระบายความร้อนด้วยอากาศ ขนาดกำลังผลิต 3,000 กิโลวัตต์ จำนวน 2 เครื่อง รวมกำลังผลิตทั้งสิ้น 6,000 กิโลวัตต์

2.4 เขื่อนแก่งกระจาน กั้นแม่น้ำเพชร ที่บริเวณเขาเจ้า และเขาไม้รวกประชิดกับตำบลแก่งกระจาน อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 1 เครื่อง ขนาดกำลังผลิต 19,000 กิโลวัตต์ ให้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 70 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

2.5 เขื่อนสิรินธร สร้างปิดกั้นแม่น้ำลำโดมน้อย อันเป็นสาขาของแม่น้ำมูล ที่บริเวณแก่งแซน้อย ตำบลช่องเม็ก อำเภอพิบูลมังสาหาร จังหวัดอุบลราชธานี ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไว้ 3 เครื่อง ขนาดกำลังผลิตเครื่องละ 12,000 กิโลวัตต์ รวมกำลังผลิตทั้งสิ้น 36,000 กิโลวัตต์

2.6 เขื่อนจุฬาภรณ์ สร้างปิดกั้นลำน้ำพรมบนเทือกเขาขุนพาย บริเวณที่เรียกว่าภูหยวก ในท้องที่ตำบลทุ่งพระ อำเภอคอนสาร จังหวัดชัยภูมิ ตัวเขื่อนเป็นแบบหินถม แกนกลางเป็นดินเหนียวบดอัดทับแน่นด้วยกรวดและหิน ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 20,000 กิโลวัตต์ จำนวน 2 ชุด

2.7 เขื่อนสิริกิติ์ เป็นเขื่อนดินที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย ก่อสร้างขึ้นตามโครงการพัฒนาลุ่มน้ำน่าน เดิมชื่อ เขื่อนผาซ่อม สร้างปิดกั้นลำน้ำน่านที่ตำบลผาเลือด อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า รวม 4 เครื่อง กำลังผลิตเครื่องละ 125,000 กิโลวัตต์ รวมกำลังผลิต 500,000 กิโลวัตต์ ให้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละ 1,245 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

2.8 เขื่อนศรีนครินทร์ เป็นเขื่อนอเนกประสงค์แห่งแรกของโครงการพัฒนาลุ่มน้ำแม่กลอง สร้างขึ้น บนแม่น้ำแควใหญ่ บริเวณบ้านเจ้าเณร ตำบลท่ากระดาน อำเภอศรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี โรงไฟฟ้า เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจำนวน 5 เครื่อง เครื่องที่ 1-3 กำลังผลิตเครื่องละ 120,000 กิโลวัตต์ เครื่องที่ 4-5 เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าระบบสูบกลับ กำลังผลิต เครื่องละ 180,000 กิโลวัตต์ รวมกำลังผลิตทั้งสิ้น 720,000 กิโลวัตต์

2.9 เขื่อนบางลาง กั้นแม่น้ำปัตตานีที่บริเวณบ้านบางลาง ตำบลเขื่อนบางลาง อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ตัวเขื่อนเป็นเขื่อนหินถมแกนดินเหนียว อาคารโรงไฟฟ้า ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้า จำนวน 3 เครื่อง ขนาดเครื่องละ 24,000 กิโลวัตต์ รวมกำลังผลิต 72,000 กิโลวัตต์ ให้พลังงานไฟฟ้าปีละประมาณ 200 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

2.10 เขื่อนวชิราลงกรณ์ ติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดกำลังผลิตเครื่องละ 100,000 กิโลวัตต์ จำนวน 3 เครื่อง รวมกำลังผลิต 300,000 กิโลวัตต์ ให้พลังงานเฉลี่ยปีละ 760 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

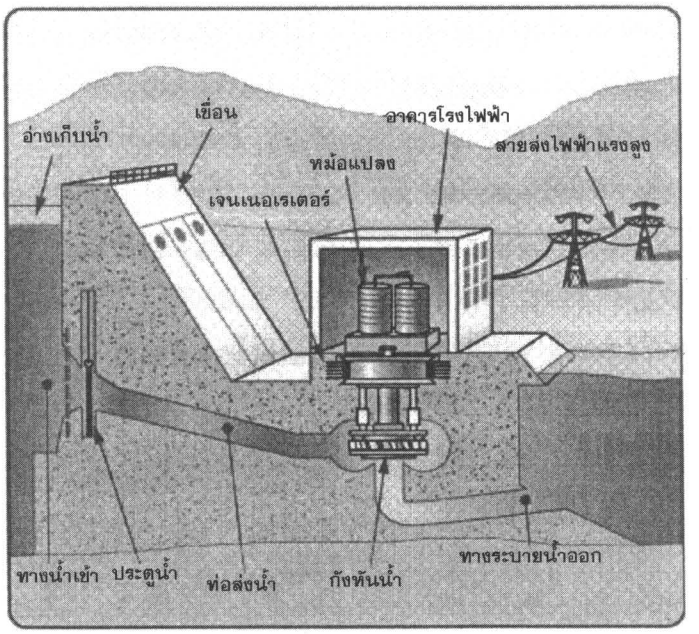
2.11 เขื่อนรัชชประภา มีชื่อเรียกดั้งเดิมว่าเขื่อนเชี่ยวหลาน เป็นเขื่อนอเนกประสงค์แห่งที่สองของภาคใต้ อยู่ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี สร้างปิดกั้นลำน้ำคลองแสง ที่บ้านเชี่ยวหลาน ตำบลเขาพังอำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นเขื่อนหินถมแกนดินเหนียว ติดตั้งเครื่องผลิตไฟฟ้า เครื่องละ 80,000 กิโลวัตต์ จำนวน 3 เครื่อง รวมกำลังการผลิต 240,000 กิโลวัตต์ ให้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยปีละประมาณ 554 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง

โรงไฟฟ้าพลังน้ำ

เมื่อมีการค้นพบว่าแรงจากน้ำสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปของพลังงานจลน์ได้ เช่น กังหันน้ำนำมาใช้เพื่อการบดเมล็ดพืชหรือเพื่อการเลื่อยไม้ จึงได้มีการพัฒนาการใช้ประโยชน์เพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า โดยทำการพัฒนากังหันน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ เช่นเดียวกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ที่ต้องใช้กังหันไอน้ำที่มีลักษณะเฉพาะขึ้นมา รายละเอียดของการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยพลังน้ำเป็นดังนี้

1. หลักการทำงานของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

โรงไฟฟ้าพลังน้ำใช้แรงจากการไหลของน้ำเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า องค์ประกอบของโรงไฟฟ้าพลังน้ำประกอบด้วย 3 ระบบหลักคือ **โรงไฟฟ้า** เป็นสถานที่ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า **เขื่อน** เป็นสถานที่เก็บกักน้ำและควบคุมการไหลของน้ำเพื่อเข้าสู่กังหันเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า และ **อ่างเก็บน้ำ** เป็นสถานที่ใช้กักเก็บปริมาณน้ำและยกระดับความสูงของน้ำเพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า จะมีการเปิดประตูน้ำเพื่อให้น้ำในอ่างเก็บน้ำไหลเข้าไปตามท่อส่งน้ำ (pen-stock) ที่ปลายของท่อส่งน้ำนี้ น้ำจะไหลด้วยความเร็วและแรงเพื่อขับดันใบพัดของกังหันน้ำให้เกิดการหมุน กังหันน้ำนี้จะพ่วงต่อกับเครื่องผลิตไฟฟ้า (Genera-tor) ซึ่งจะเกิดการหมุนและผลิตไฟฟ้าออกมา ไฟฟ้าที่ผลิตได้จะส่งเข้าสู่สายส่งไฟฟ้าแรงสูงเพื่อส่งต่อไปยังผู้ใช้งานต่อไป ดังภาพประกอบ 2



ภาพประกอบ 2 เขื่อนและโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
ที่มา http://www.eere.energy.gov

ปริมาณของพลังงานไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้โดยโรงไฟฟ้าพลังน้ำประเมินได้จาก 2 ปัจจัย คือ ระดับน้ำและการไหลของน้ำ ระดับน้ำ คือความสูงที่น้ำไหลตกลงมา ซึ่งเป็นระดับน้ำที่สูงที่สุดภายในเขื่อนไปสู่ระดับของกังหันน้ำที่ผลิตไฟฟ้า การไหลของน้ำ คือปริมาณของน้ำที่เคลื่อนที่ผ่านระบบการผลิตไฟฟ้า ซึ่งปริมาณน้ำที่ไหลผ่านระบบมากก็จะให้อัตราการไหลของน้ำที่สูง โดยปกติ โรงไฟฟ้าพลังน้ำที่มีขนาดการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่เท่ากันแล้ว เขื่อนที่มีระดับความสูงของน้ำสูงใช้อัตราการไหลของน้ำน้อยกว่าเขื่อนที่มีระดับความสูงของน้ำที่ต่ำกว่า

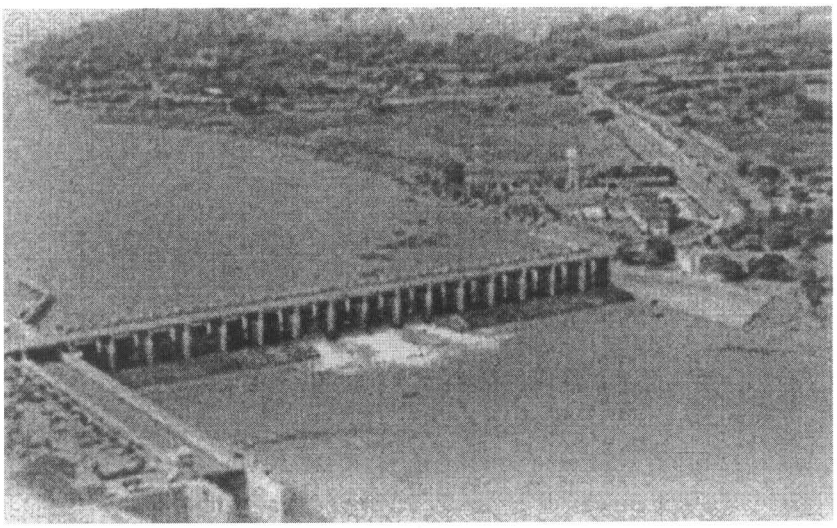
ข้อดีของโรงไฟฟ้าพลังน้ำประการสำคัญประการหนึ่งคือความสามารถในการกักเก็บพลังงานไว้ได้ ปริมาณน้ำที่อยู่ในเขื่อนคือพลังงานที่ถูกกักเก็บไว้ในเขื่อนนั่นเอง น้ำสามารถกักเก็บไว้ในเขื่อนและสามารถปล่อยออกมาเมื่อต้องการผลิตพลังงานไฟฟ้าในขณะที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงในช่วงเวลากลางวันหรือช่วงตอนเย็นได้มีการปล่อยน้ำเพื่อทำการผลิตพลังงานไฟฟ้าสู่ผู้ใช้ไฟฟ้า ในขณะที่ในเวลากลางคืนเมื่อผู้ใช้ไฟฟ้ามีปริมาณการใช้พลังงานที่น้อยลง เขื่อนก็สามารถที่จะสูบน้ำกลับเข้าเขื่อนใหม่ได้อีก เขื่อนเก็บน้ำยังสามารถกักเก็บน้ำที่มีมากในช่วงฤดูฝนเพื่อสำรองไว้ในในช่วงฤดูร้อนที่มีปริมาณน้ำน้อยได้อีก

2. การแบ่งประเภทของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบ่งตามลักษณะการบังคับน้ำเพื่อผลิตไฟฟ้าได้ 4 แบบ คือ

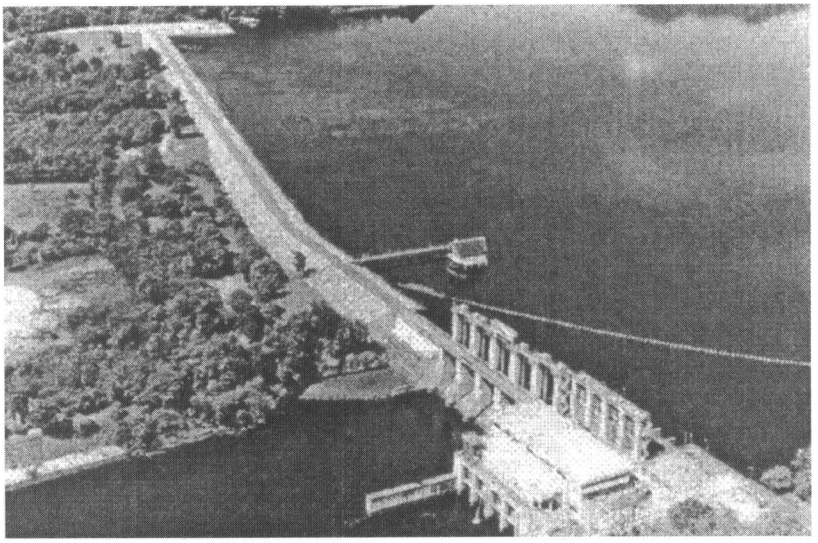
2.1 โรงไฟฟ้าแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี (run-of-river hydro power plant) โรงไฟฟ้าแบบนี้ไม่มีอ่างเก็บน้ำ โรงไฟฟ้าจะผลิตไฟฟ้าโดยการใช้น้ำที่ไหลตามธรรมชาติของลำน้ำ หากน้ำมีปริมาณมากเกินไปกว่าที่โรงไฟฟ้าจะรับไว้ได้ก็ต้องทิ้งไป ส่วนใหญ่โรงไฟฟ้าแบบนี้จะอาศัยติดตั้งอยู่กับเขื่อนผันน้ำชลประทานซึ่งมีน้ำไหลผ่านตลอดปี จากการกำหนดกำลังผลิตติดตั้งมักจะคิดจากอัตราการไหลของน้ำประจำปีช่วงต่ำสุดเพื่อที่จะสามารถเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าได้อย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งปี

ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าชนิดนี้ได้แก่ โรงไฟฟ้าที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตกำลังศึกษาเพื่อก่อสร้างที่เขื่อนผันน้ำเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท และเขื่อนผันน้ำวชิราลงกรณ์ จังหวัดกาญจนบุรี ดังภาพประกอบ 3



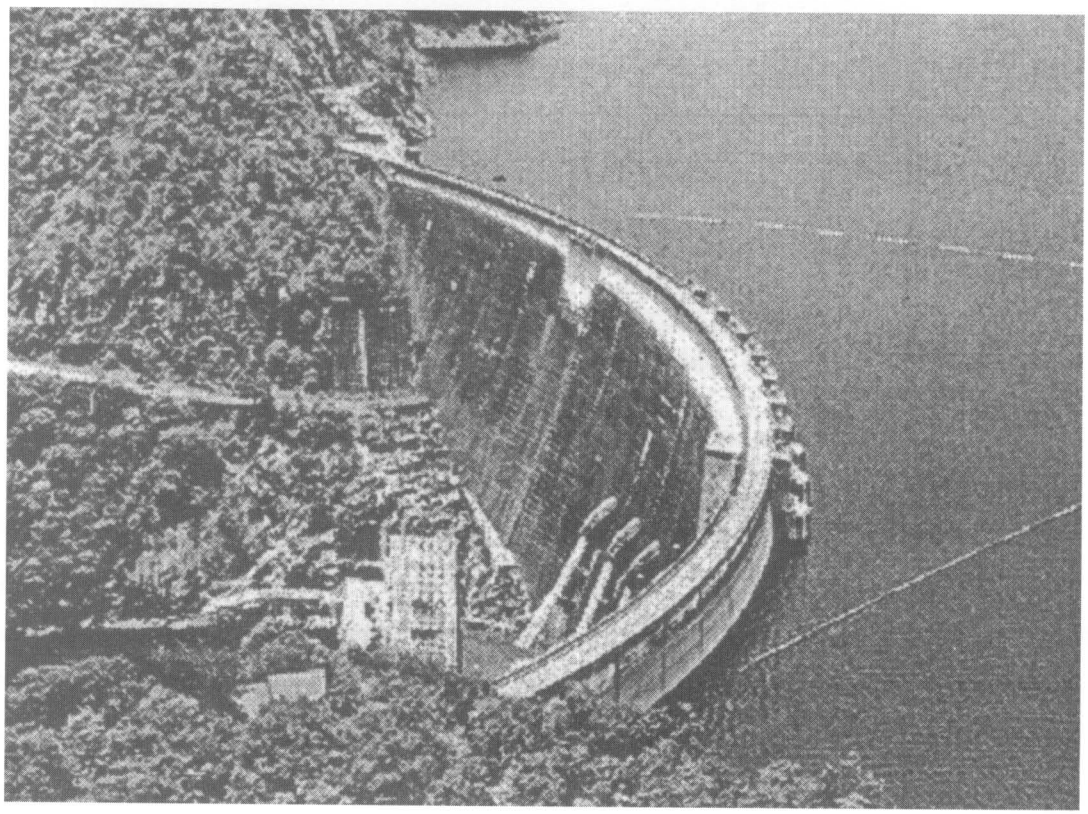
ภาพประกอบ 3 เขื่อนเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท (โรงไฟฟ้าแบบมีน้ำไหลผ่านตลอดปี)
ที่มา http://www. water.civil.mut.ac.th/idea_2.php

2.2 โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก (regulating pond hydro power plant) โรงไฟฟ้า แบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่สามารถบังคับการไหลของน้ำได้ในช่วงสั้นๆ เช่น ประจำวัน หรือประจำสัปดาห์ การผลิตไฟฟ้าจะสามารถควบคุมให้สอดคล้องกับความต้องการได้ดีกว่าโรงไฟฟ้าแบบ (run-of-river) แต่อยู่ในช่วงเวลาที่จำกัดตามขนาดของอ่างเก็บน้ำ ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าประเภทนี้ได้แก่ โรงไฟฟ้าเขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี และโรงไฟฟ้าขนาดเล็กบ้านสันติ จังหวัดยะลา ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 เขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี (โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก)
ที่มา http://www.bloggang.com

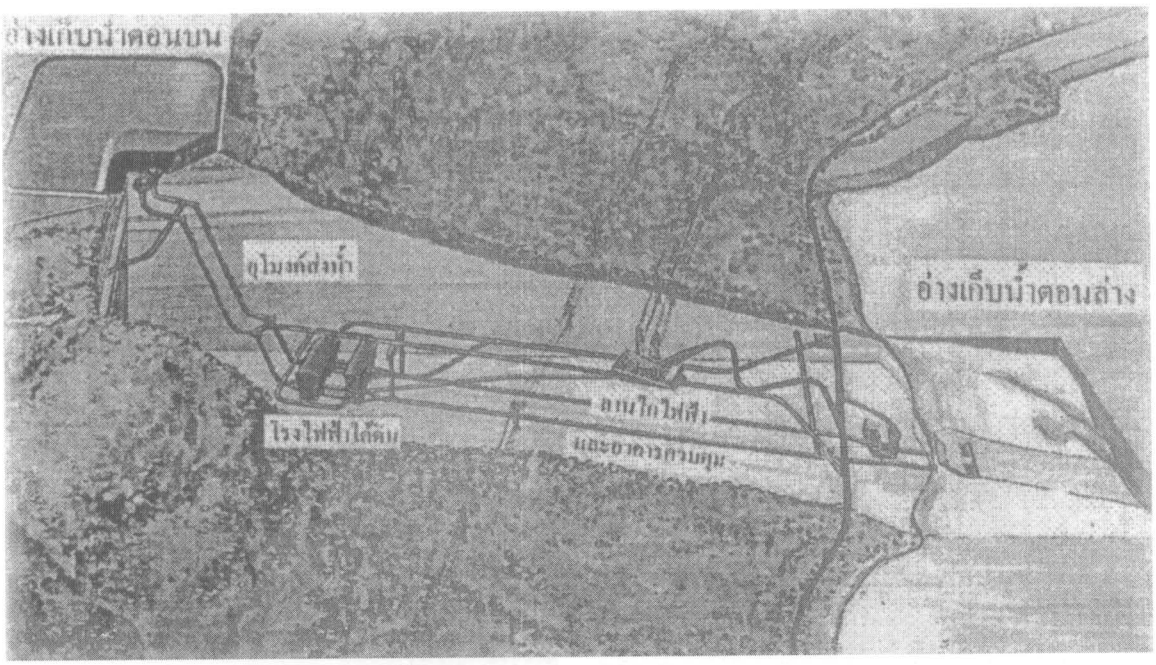
2.3 โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ (reservoir hydro power plant) โรงไฟฟ้าแบบนี้มีเขื่อนกั้นน้ำขนาดใหญ่และสูงกั้นขวางลำน้ำไว้ ทำให้เกิดเป็นทะเลสาบใหญ่ ซึ่งสามารถเก็บกักน้ำในฤดูฝนและนำไปใช้ในฤดูแล้งได้ โรงไฟฟ้าแบบนี้นับว่ามีประโยชน์มาก เพราะสามารถควบคุมการใช้น้ำในการผลิตกระแสไฟฟ้าเสริมในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงตลอดปี โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ส่วนมากในประเทศไทยจัดอยู่ในโรงไฟฟ้าประเภทนี้ ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก (โรงไฟฟ้าแบบมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่)
ที่มา www.dwr.go.th

2.4 โรงไฟฟ้าแบบสูบกลับ (pumped storage hydro power plant) โรงไฟฟ้าแบบนี้มีเครื่องสูบน้ำที่สามารถสูบน้ำที่ปล่อยจากอ่างเก็บน้ำลงมาแล้ว นำกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้อีก ทำให้สามารถมีน้ำหมุนเวียนเพื่อการผลิตไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านกังหันน้ำจะไหลลงไปรวมที่อ่างเก็บน้ำขนาดเล็กที่ท้ายเขื่อน ในช่วงเวลากลางคืนซึ่งมีปริมาณไฟฟ้าที่เหลือใช้ จากการผลิตจะนำมาใช้เพื่อสูบน้ำที่อ่างเก็บน้ำ ขนาดเล็กท้ายเขื่อนขึ้นไปเก็บที่อ่างเก็บน้ำภายในเขื่อน ในช่วงเวลากลางวันหรือช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง ก็สามารถใช้น้ำภายในเขื่อนที่สูบกลับมาผลิตไฟฟ้าได้ใหม่อีกครั้งโดยไม่ต้องสูญเสีย

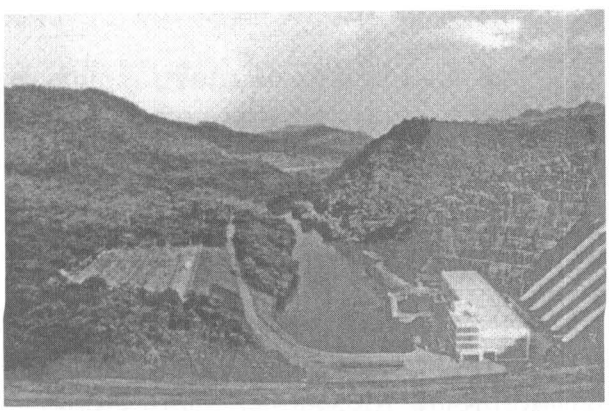
น้ำออกไป ตัวอย่างของโรงไฟฟ้าแบบนี้ ได้แก่ โรงไฟฟ้าเขื่อนศรีนครินทร์ได้หน่วยที่ 4 ซึ่งสามารถสูบน้ำกลับขึ้นไปเก็บไว้ในอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ได้ ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 เขื่อนลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา (โรงไฟฟ้าแบบสูบกลับ)
ที่มา http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=351003&page=11

3. การแบ่งประเภทของเขื่อนเก็บน้ำ

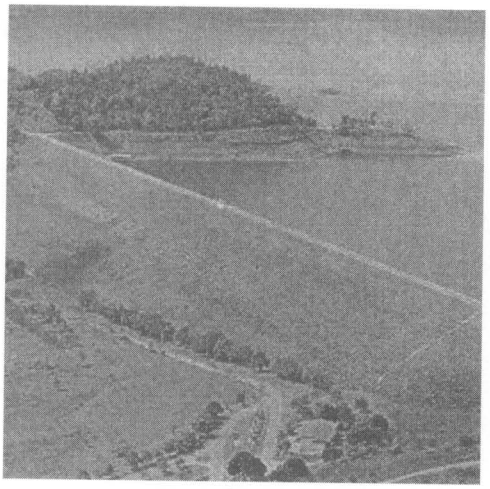
เขื่อนเก็บน้ำ ทำหน้าที่กักเก็บน้ำในลำน้ำไว้เป็นอ่างเก็บน้ำให้มีปริมาณ และระดับน้ำสูงพอที่จะใช้ในการเดินเครื่องผลิตไฟฟ้าแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ 5 ประเภท คือ



ภาพประกอบ 7 เขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี (เขื่อนหิน) **ที่มา** www.eng.ku.ac.th

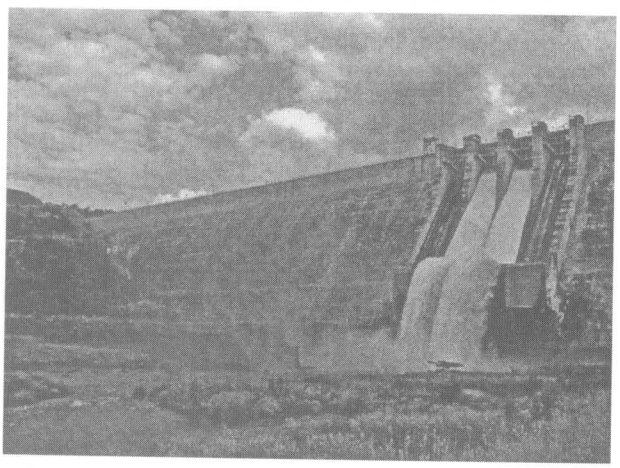
3.1 เขื่อนหิน เขื่อนชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องมีดินฐานรากที่แข็งแรงมาก วัสดุที่ใช้เป็นตัวเขื่อนประกอบด้วยหินถมที่หาได้จากบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่ก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ มีผนังกันน้ำซึมอยู่ตรงกลางแกนเขื่อน หรือด้านหน้าหัวเขื่อนโดยวัสดุที่ใช้ทำผนังกันน้ำซึมอาจจะเป็นดินเหนียว คอนกรีต หรือวัสดุกันซึมอื่นๆ เช่น ยางแอสฟัลท์ก็ได้ ตัวอย่างเขื่อนชนิดนี้ในประเทศไทย ได้แก่ เขื่อนศรีนครินทร์ เขื่อนวชิราลงกรณ์ และเขื่อนบางลาง เป็นต้น ดังภาพประกอบ 7

3.2 เขื่อนดิน เขื่อนดินมีคุณสมบัติและลักษณะในการออกแบบคล้ายคลึงกับเขื่อนหิน แต่วัสดุที่ใช้ถมตัวเขื่อนมีดินเป็นส่วนใหญ่ ตัวอย่างเขื่อนชนิดนี้ ในประเทศไทย ได้แก่ เขื่อนสิริกิติ์ เขื่อนแก่งกระจาน และเขื่อนแม่งัด เป็นต้น ดังภาพประกอบ 8



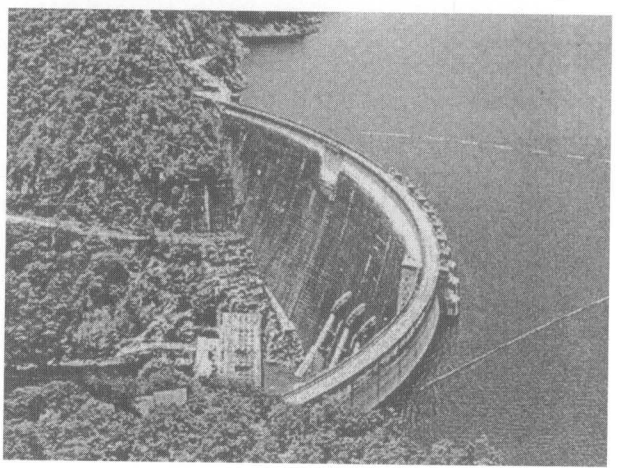
ภาพประกอบ 8 เขื่อนแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี (เขื่อนดิน) **ที่มา** http://www.eng.ku.ac.th/~irre/Tkrachan.files/image001.jpg

3.3 เขื่อนคอนกรีตแบบกราวิตี้ เขื่อนชนิดนี้ใช้ก่อสร้างในที่ตั้งที่มีหินฐานรากเป็นหินที่ดีมีความแข็งแรง การออกแบบตัวเขื่อนเป็นคอนกรีตที่มีความหนาและ น้ำหนักมากพอที่จะต้านทานแรงดันของน้ำ หรือแรงดันอื่น ๆได้ โดยอาศัยน้ำหนักของตัวเขื่อนเอง รูปตัดของตัวเขื่อนมักจะเป็นรูปสามเหลี่ยมเป็นแนวตรงตลอดความยาวของตัวเขื่อน ดังภาพประกอบ 9



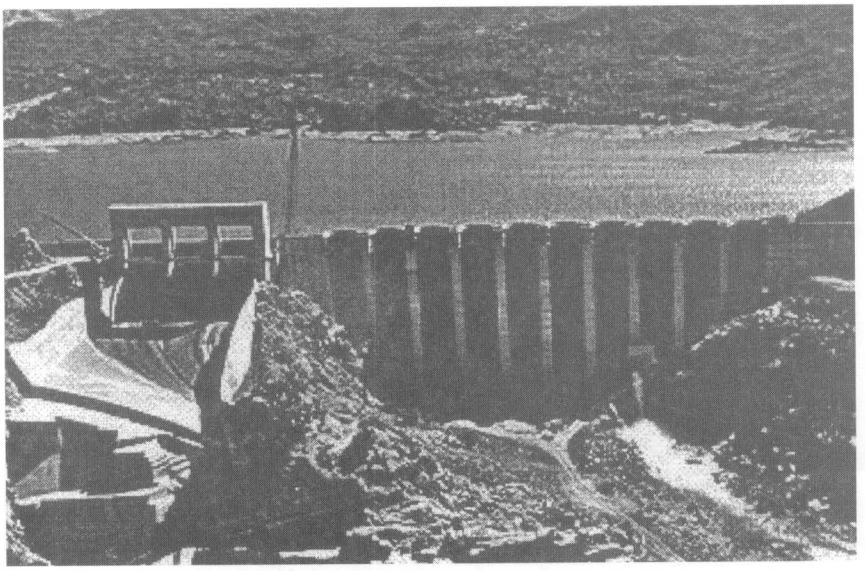
ภาพประกอบ 9 เขื่อนขุนด่านปราการชล จังหวัดนครนายก (เขื่อนคอนกรีตแบบกราวิตี้) **ที่มา** http:// www.rpst-digital.org/forum/showthread.php?t=19064

3.4 เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง มีคุณสมบัติที่จะต้านแรงดันของน้ำและแรงภายนอกอื่น ๆ โดยความโค้งของตัวเขื่อน เขื่อนแบบนี้เหมาะที่จะสร้างในบริเวณหุบเขาที่มีลักษณะเป็นรูปตัว U และมีหินฐานรากที่แข็งแรง เมื่อเปรียบเทียบเขื่อนแบบนี้กับเขื่อนแบบกราวิตี้ เขื่อนแบบนี้มีรูปร่างแบบบางกว่ามากทำให้ราคาค่าก่อสร้างถูกกว่า แต่ข้อเสียของเขื่อนแบบนี้ คือการออกแบบและการดำเนินการก่อสร้างค่อนข้างยุ่งมาก มักจะต้องปรับปรุงฐานรากให้มีความแข็งแรงขึ้นด้วย เขื่อนภูมิพลซึ่งเป็นเขื่อนขนาดใหญ่แห่งแรกในประเทศไทย มีลักษณะผสมระหว่างแบบกราวิตี้และแบบโค้ง ซึ่งให้ทั้งความแข็งแรงและประหยัด ดังภาพประกอบ 10



ภาพประกอบ 10 เขื่อนภูมิพล จังหวัดตาก (เขื่อนคอนกรีตแบบโค้ง) **ที่มา** http://www.dwr.go.th/content/files/001/0002076_1.jpg

3.5. เขื่อนกลวงหรือเขื่อนครีบ เขื่อนกลวงมีโครงสร้างซึ่งรับแรงภายนอก เช่น แรงดันของน้ำ ที่กระทำต่อผนังกั้นน้ำที่เป็นแผ่นเรียบหรือครีบ (Buttress) ที่รับผนังกั้นน้ำและถ่ายแรงไปยังฐานราก เขื่อนประเภทนี้มักจะเป็นเขื่อนคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้วัสดุก่อสร้างน้อย โดยทั่วไปแล้วเป็นเขื่อนที่ประหยัดมาก แต่ความปลอดภัยของเขื่อนประเภทนี้มีน้อยกว่าเขื่อนกราวิตี้ เนื่องจากมีความแข็งแรงน้อยกว่า ด้วยเหตุนี้จึงไม่ค่อยมีผู้นิยมสร้างเขื่อนประเภทนี้มากนัก ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 เขื่อน Bartlett รัฐอริโซนา สหรัฐอเมริกา (เขื่อนครีบ)
ที่มา http://www.pbs.org/wgbh/buildingbig/dam/bartlett_dam.html

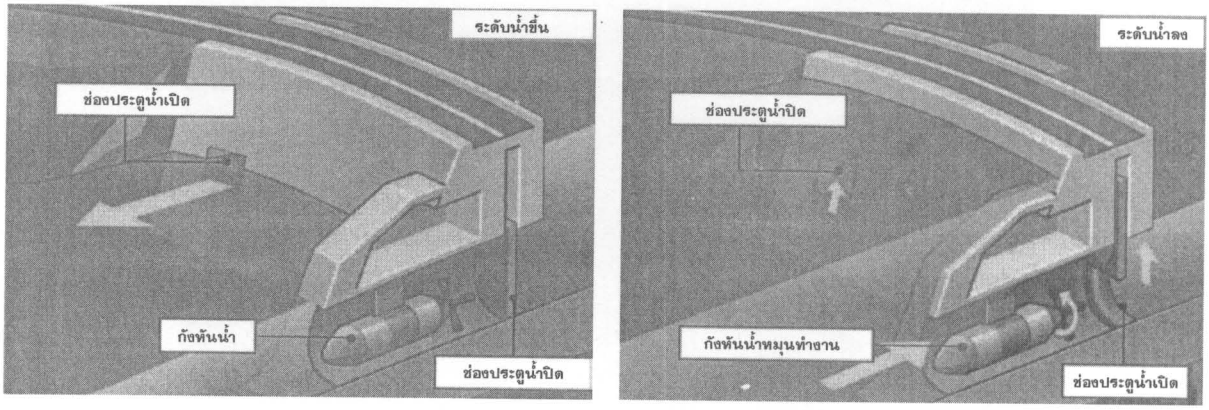
การใช้ประโยชน์จากพลังน้ำในด้านอื่น

นอกจากการใช้ประโยชน์จากน้ำเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยการสร้างเขื่อนแล้วนั้น เรายังสามารถใช้ประโยชน์จากน้ำจากปรากฏการณ์ตามธรรมชาติที่เกิดขึ้นของน้ำได้ เช่น การเกิดน้ำขึ้นน้ำลง การเกิดคลื่น หรือความแตกต่างของอุณหภูมิของน้ำในทะเล รายละเอียดดังนี้

1. การใช้ประโยชน์จากน้ำขึ้น-น้ำลง

การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากน้ำ นอกจากการสร้างเขื่อนเพื่อยกระดับของน้ำให้สูงขึ้นแล้ว การยกระดับของน้ำตามธรรมชาติก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เช่นเดียวกัน การยกระดับของน้ำตามธรรมชาติดังกล่าวคือปรากฏการณ์น้ำขึ้น-น้ำลง ซึ่งเป็นวัฏจักรที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างโลกและดวงจันทร์ที่โคจรรอบโลก ระดับน้ำขึ้นน้ำลงมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา ระดับน้ำขึ้นน้ำลงที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจะต้องมีความสูงไม่ต่ำกว่า 10 ฟุต พื้นที่ที่สามารถใช้ประโยชน์จากน้ำขึ้นน้ำลงจะอยู่ตามพื้นที่ชายฝั่งเนื่องจากต้องอาศัยพื้นที่เพื่อเก็บปริมาณน้ำที่ยกระดับขึ้น พื้นที่กักเก็บน้ำใกล้ชายฝั่งจะสร้างทำนบกั้นน้ำเพื่อเก็บน้ำในขณะน้ำขึ้นโดยไหลผ่านประตูน้ำในขณะที่น้ำลงระดับน้ำภายนอกต่ำกว่าภายในทำนบกั้นน้ำ จะทำการปล่อยน้ำลงโดยผ่านกังหันและพ่วงต่อเข้ากับระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้า การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลงในปัจจุบันยังมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบทั่วไป เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างสูง และระยะเวลาในการกักเก็บน้ำในช่วงน้ำขึ้นใช้เวลานาน อีกทั้งรอบเวลาในการผลิตพลังงานไฟฟ้าขึ้นกับช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลงในแต่ละวัน ฤดูกาล และพื้นที่ตามที่ได้กล่าวไว้ ถึงแม้ว่าจะคาดการณ์ได้ว่าการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงจะเกิดขึ้นเมื่อใด และยกระดับความสูงเท่าใด แต่ก็ไม่สามารถที่จะควบคุมให้เกิดขึ้นได้ตามความต้องการ แต่ข้อดีของการเกิดน้ำขึ้นน้ำลงคือ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียน ทำให้ไม่มีต้นทุนในส่วนของแหล่งพลังงาน และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และไม่เกิดมลภาวะทางอากาศ อีกทั้งโรงไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลงมีระยะเวลาในการดำเนินการ

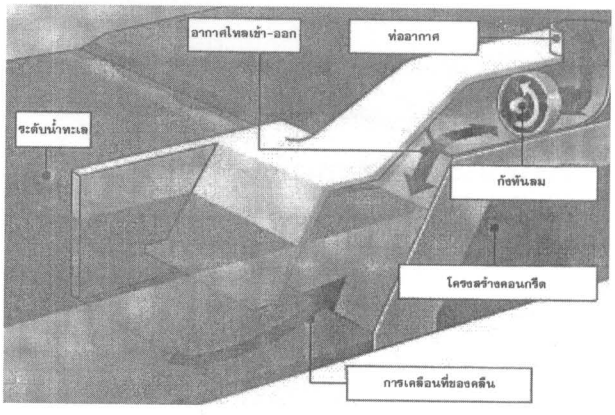
ได้นาน การบำรุงรักษาต่ำ พื้นที่ที่มีศักยภาพในการใช้ประโยชน์จากน้ำขึ้นน้ำลงได้แก่ ประเทศฝรั่งเศส อังกฤษ แคนาดา และรัสเซีย ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 โรงไฟฟ้าจากน้ำขึ้น-น้ำลง
ที่มา http://www.planete-energies.com/site/en/homepage.html

2. การใช้ประโยชน์จากคลื่น

พลังงานจากน้ำอีกลักษณะที่มีศักยภาพสูงคือพลังงานจากคลื่น โดยคลื่นเกิดขึ้นจากการพัดของลมที่พัดผ่านผิวน้ำทะเล ในหลายพื้นที่ แรงลมสามารถทำให้เกิดคลื่นได้ต่อเนื่องและแรงพอต่อการนำมาใช้ประโยชน์ เช่นทางฝั่งตะวันตกของสหรัฐอเมริกาและยุโรป และพื้นที่ชายฝั่งของญี่ปุ่นและนิวซีแลนด์ การใช้ประโยชน์จากคลื่นมีหลากหลายวิธี เช่น แรงจากคลื่นสามารถขับดันอากาศในท่อ เมื่ออากาศถูกแรงอัดจากคลื่นจะเกิดแรงดันอากาศไปขับกังหันให้หมุน เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อไป ในประเทศนอร์เวย์ หอคอยสาธิตถูกสร้างขึ้นเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยมีต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า 4 เซ็นต์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง อย่างไรก็ตามการผลิตไฟฟ้าจากคลื่นทำให้เกิดเสียงจากการหมุนของกังหันทำให้เกิดผลกระทบด้านเสียงได้ อีกวิธีหนึ่งของการใช้ประโยชน์จากคลื่นคือการรวมคลื่นเข้าสู่ช่องทางน้ำที่แคบ ๆ ทำให้เกิดแรงคลื่นที่มากขึ้น นำมาผลิตไฟฟ้าโดยผ่านกังหันน้ำ หรือรวบรวมน้ำให้ไหลเข้าสู่อ่างเก็บน้ำ เช่นเดียวกับการเก็บน้ำจากน้ำขึ้นน้ำลงและนำไปใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้าต่อไป โรงไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลงจะมีขนาดไม่ใหญ่นัก ศักยภาพในการนำมาใช้ประโยชน์ด้านแสงสว่างและสัญญาณเตือนภัย เพื่อการป้องกันชายฝั่งและอ่าว หรือเพื่อชุมชนขนาดเล็กในพื้นที่ชายฝั่งเช่นในประเทศญี่ปุ่นสามารถลดการนำเข้าพลังงานได้ส่วนหนึ่ง ดังภาพประกอบ 13

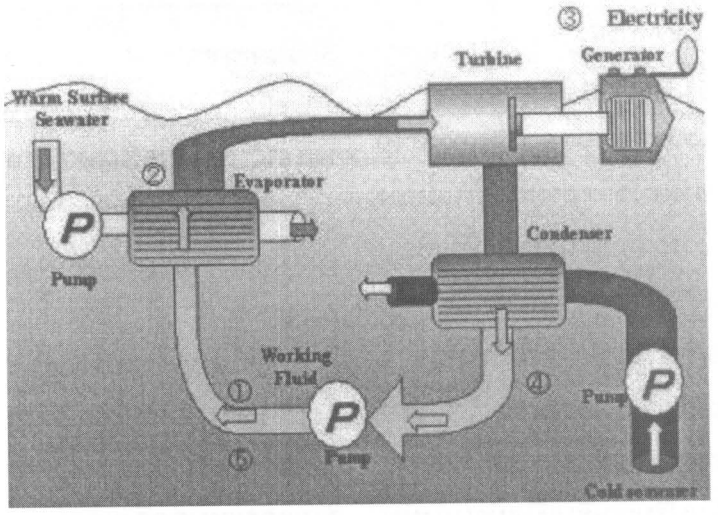


ภาพประกอบ 13 โรงไฟฟ้าจากคลื่น
ที่มา http://www.planete-energies.com/site/en/homepage.html

3. การใช้ประโยชน์จากการเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนจากน้ำทะเล

พลังงานจากแสงอาทิตย์ให้ความร้อนกับพื้นผิวน้ำในทะเล ในเขตโซนร้อน อุณหภูมิผิวน้ำ

สามารถมีอุณหภูมิสูงถึง 40 องศาซึ่งแตกต่างอย่างมากกับอุณหภูมิน้ำทะเลในระดับที่ลึกลงไปซึ่งมีอุณหภูมิที่เย็นกว่า ความแตกต่างของอุณหภูมิที่ผิวน้ำและส่วนที่ลึกลงไปสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าได้ หลักการดังกล่าวเรียกว่า การเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนจากน้ำทะเล (Ocean Thermal Energy Conversion ; OTEC) OTEC มีศักยภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้สูงกว่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากน้ำขึ้นน้ำลง คลื่น และแรงลมรวมกัน แต่ปัจจุบันยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากเทคโนโลยีการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากความแตกต่างของอุณหภูมิในท้องทะเลยังไม่สามารถทำได้ในปัจจุบัน หลักการทำงานคือ น้ำอุณหภูมิสูงที่ผิวทะเลจะถูกเปลี่ยนเป็นไอน้ำความดันต่ำ หรือแลกเปลี่ยนความร้อนให้กับสารทำงานตัวอื่นเพื่อให้กลายเป็นไอ ไอน้ำหรือไอของสารทำงานที่ผลิตขึ้นมาส่งไปขับกังหันเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า ปั๊มน้ำจะนำน้ำที่อุณหภูมิเย็นกว่ามายังพื้นผิวตามท่อเพื่อควบแน่นไอน้ำหรือไอของสารทำงานให้กลับมาเป็นน้ำ หรือของเหลวอีกครั้งหนึ่ง เป็นวัฏจักรดังนี้ต่อไป เรียกระบบดังกล่าวว่าระบบปิด ในระบบเปิดมีการทำงานที่แตกต่างกันออกไป โดยไอน้ำที่ผ่านการขับกังหันแล้วจะระบายออกสู่ภายนอกและจะนำน้ำที่อุณหภูมิสูงจากพื้นผิวน้ำใหม่เข้ามาในระบบใหม่ พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จะส่งต่อไปตามสายส่งเพื่อเข้าสู่ผู้ใช้ต่อไป ทั้งนี้ต้นทุนในการผลิตไฟฟ้าประมาณ 2.5 เซ็นต์ต่อกิโลวัตต์ชั่วโมงซึ่งมีต้นทุนที่ต่ำ ทั้งนี้ศักยภาพในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจะต้องมีความแตกต่างของอุณหภูมิอย่างน้อย 38 องศาฟาเรนไฮต์ ข้อจำกัดของการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีดังกล่าวต้องเป็นพื้นที่ในเขตร้อนที่มีอุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเลที่ค่อนข้างสูง ในรัฐฮาวายของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำการทดลองเทคโนโลยีดังกล่าวตั้งแต่ช่วงปี ค.ศ. 1970s แต่ขนาดของโรงไฟฟ้าไม่ใหญ่นัก ต้องใช้ระยะเวลาอีกอย่างน้อย 15-20 ปีเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต้นทุนที่ถูกลง การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากการเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนจากทะเล เป็นการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและเป็นลักษณะของการใช้พลังงานหมุนเวียนรูปแบบหนึ่งด้วย ดังภาพประกอบ 14



ภาพประกอบ 14 การเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนจากน้ำทะเลมาเป็นพลังงานไฟฟ้า

ที่มา http://www.thew2o.net/node/18612

การเปลี่ยนรูปพลังงานความร้อนจากน้ำทะเลมาเป็นพลังงานไฟฟ้ามีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1 สารทำงานสถานะของเหลวถูกปั๊มเข้าสู่เครื่องเปลี่ยนสถานะเป็นไอ

2 เครื่องเปลี่ยนสถานะเป็นไอใช้ความร้อนจากน้ำทะเลที่ระดับผิวทะเลให้ความร้อนกับสารทำงานเพื่อเปลี่ยนสถานะให้สารทำงานกลายเป็นไอความดันสูง

3 สารทำงานสถานะไอเข้าสู่กังหันเพื่อขับกังหันและส่งกำลังไปยังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อการผลิตไฟฟ้า

4 สารทำงานสถานะไอออกจากกังหันเข้าเครื่องควบแน่นเพื่อเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลวโดยใช้การแลกเปลี่ยนความร้อนจากน้ำทะเลที่อุณหภูมิต่ำในระดับลึกของทะเล

5 สารทำงานสถานะของเหลวถูกปั๊มเข้าสู่ขั้นตอนที่ 1 เป็นวัฏจักรต่อไป

พลังน้ำและผลกระทบสิ่งแวดล้อม

การสร้างเขื่อนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากมายถึงแม้ว่าการผลิตพลังงานจากเขื่อนจะไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงก็ตาม เขื่อนที่สร้างขวางลำน้ำสามารถทำลายหรือขัดขวางวงจรชีวิตของสิ่งมีชีวิตมากมายในแหล่งน้ำ เช่น ปลาจะไม่สามารถว่ายผ่านลำน้ำที่มีเขื่อนขวางกั้นเพื่อการย้ายถิ่นฐานในบางช่วงเวลาได้ เช่น ช่วงฤดูผสมพันธุ์ หรือวางไข่ การผลิตไฟฟ้าจากเขื่อนสามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำ เช่น กากตะกอนโลหะจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำอาจเกิดการเพิ่มปริมาณขึ้นเมื่อผ่านกังหันและปั่นพัดให้ตะกอนเหล่านั้นฟุ้งกระจายขึ้นมาใหม่ได้ ทำให้อุณหภูมิของน้ำเพิ่มสูงขึ้นได้ และทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง ปัญหาบางอย่างที่กล่าวมาสามารถแก้ไขได้ เช่น การสร้างบันไดปลาโจน เพื่อให้ปลาสามารถกระโดดข้ามเขื่อนทางบันไดปลาโจนนี้ไปยังเหนือเขื่อนได้ การขุดลอกตะกอนออก สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ ถึงแม้จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม แต่โรงไฟฟ้าพลังน้ำก็มีข้อดีเช่นกัน กล่าวคือ พลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำคือน้ำซึ่งเป็นพลังงานสะอาดและเป็นพลังงานหมุนเวียน สามารถเกิดทดแทนได้เมื่อเกิดฝนตกหรือเกิดหิมะที่เหนือเขื่อน น้ำเหล่านั้นก็จะไหลเข้าสู่เขื่อนทดแทนที่ได้ใช้เพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าไป ยิ่งกว่านั้น โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ไม่มีการปลดปล่อยมลภาวะทางอากาศเนื่องจากไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง ด้วยปัจจุบันปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการใช้พลังงานส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกและความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำมีบทบาทและสำคัญมากขึ้นในอนาคต อีกทั้งประโยชน์ที่หลากหลายจากโรงไฟฟ้าพลังน้ำทำให้โรงไฟฟ้าพลังน้ำเป็นอีกช่องทางหนึ่งในการผลิตพลังงานไฟฟ้า เช่น ประโยชน์จากการป้องกันปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝนหรือใช้เป็นแหล่งน้ำสำคัญในช่วงฤดูแล้ง อีกทั้งอ่างเก็บน้ำยังสามารถใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย เช่น แหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำ แหล่งพักผ่อน เป็นต้น

พลังน้ำกับการศึกษาทางอุตสาหกรรม

เนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยมีการพึ่งพาแหล่งพลังงานที่หลากหลาย ทั้งก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมันเตา เป็นต้น พลังงานดังกล่าวได้มาจากเชื้อเพลิงฟอสซิล ทำให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมมากมาย แต่การผลิตพลังงานไฟฟ้ายังมีแหล่งพลังงานอื่นๆ อีกมากที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากนัก เช่น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำ ในประเทศไทยมีการสร้างเขื่อนเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าหลายแห่งครอบคลุมในทุกภูมิภาคของประเทศไทย ทำให้การดำเนินการ

ผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยพลังน้ำต้องการบุคลากรที่มีความรู้ความชำนาญ สำหรับการจัดการศึกษาเพื่อการผลิตบุคลากรให้กับงานดังกล่าวมีหลายหน่วยงานและหลากหลายหลักสูตร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การศึกษาทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ ที่เรียนรู้เกี่ยวกับวิศวกรรมต้นกำลังโรงจักร ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวข้องกับการผลิตพลังงานไฟฟ้าตามชนิดของโรงไฟฟ้า ชนิดเชื้อเพลิง โรงไฟฟ้าพลังน้ำ ก็เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในด้านนี้เช่นเดียวกัน การขยายพื้นที่เพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังน้ำจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ใช้เป็นมาตรการรองรับกับอัตราการเติบโตของการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่โรงไฟฟ้าพลังน้ำของประเทศไทยนั้น แหล่งพลังงานได้มาจากน้ำฝนซึ่งขึ้นอยู่กับช่วงฤดูกาลและความชุ่มชื้นของพื้นที่เป็นหลัก ความชุ่มชื้นดังกล่าวเกิดจากสภาพพื้นที่ป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ดังนั้นเราจำเป็นต้องรักษาพื้นที่ป่าไม้เพื่อให้สภาพป่าไม้ยังคงอุดมสมบูรณ์เพื่อให้เรามีน้ำไว้ใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค และเป็นแหล่งพลังงานเพื่อการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ต่อไป

โอภาส สุขหวาน

บรรณานุกรม

The National Energy Education and Development Project. **Hydropower**. available online http://www.need.org/EnergyInfobooks.php

Hydro Power Plant. available online http://www.eere.energy.gov

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. **เขื่อน**. available online http://www.egat.co.th/